

PAT-NO: JP401238081A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01238081 A  
TITLE: WAVELENGTH STABILIZED LASER OSCILLATOR  
PUBN-DATE: September 22, 1989

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
MIZAZARI, CHUICHI  
AKANESE, TOSHIO  
MORI, SADAO

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP63063377

APPL-DATE: March 18, 1988

INT-CL (IPC): H01S003/131, H01S003/136

## ABSTRACT:

PURPOSE: To achieve the stabilization of wavelengths and the correction of a refractive index simultaneously, by arranging a laser interferometer system so that the length of the dead path does not vary, controlling the oscillation wavelength of a laser oscillator in such a way that the wavelength of the laser is always constant.

CONSTITUTION: A quarter wavelength plate 14 and a mirror 15 are bonded to one side of a polarizing beam splitter 4 and further, another quarter wavelength plate 16 is bonded to the other side as well. A mirror 6 is disposed so that the mirror faces the bonded face of the foregoing wavelength plate 16. For example, the mirror is connected to an interferometer 4 by a supporting member 5 consisting of materials such as a super invar and the like having a smaller linear expansion coefficient, and the distance between the mirror 6 and the interferometer 4 is almost invariable. When oscillation wavelengths of a laser oscillator 1 are controlled by controlling voltages impressed to a heater 3 with a laser wavelength control device 12 so that an output of a displacement measurement device 11 does not vary, the optical path between the interferometer 4 and the mirror 6 is kept at a constant wave number. Thus, the laser wavelength is corrected and stabilized in the environment on the optical path.

COPYRIGHT: (C)1989, JPO&amp;Japio

Best Available Copy

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-238081

⑤Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成1年(1989)9月22日

H 01 S 3/131  
3/1367630-5F  
7630-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭発明の名称 波長安定化レーザ発振器

⑯特 願 昭63-63377

⑰出 願 昭63(1988)3月18日

⑱発 明 者 宮 崎 忠 一 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内⑲発 明 者 赤 津 利 雄 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内⑳発 明 者 森 貞 雄 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内

㉑出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

波長安定化レーザ発振器

## 2. 特許請求の範囲

1. レーザ共振器の温度や注入電流などを変化させることによりその発振波長を制御する手段を有するレーザ発振器において、これより発生するレーザビーム上にビーム分割手段を設けてビームを参照光と信号光とに2分割して信号光路を空気又は真空中に設け、かつ信号光の光路長が変化しないようにビーム分割手段と信号光を反射するミラーとを支持部材で保持した干渉系を構成し、この干渉系において発生する干渉光の強度の変化を検出する手段を設け、この干渉光の強度が変化しないように前記発振波長制御手段に信号をフィードバックしてレーザ波長を安定化することを特徴とする波長安定化レーザ発振器。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はレーザ測長器に係り、特に簡易にかつ高精度にレーザ波長の安定化及び補正が行える発振器に関する。

## 〔従来の技術〕

従来、レーザ発振器自体の発振波長の安定化と、レーザ干渉系のデッドパス上における波長の屈折率補正はそれぞれ独立のものとして別々に行われていた。

例えば、レーザ発振器の波長安定化については、その技術の概要を「ガスレーザ、固体レーザ(松岡; Optics E, p 148~156, '84.6)」に示すが、その一例を第2図を用いて説明する。

第2図は一般的な波長安定化レーザの一例であり、レーザ発振器1の内部を示したものである。レーザ共振器2より発振するレーザ光の波長は、その共振器長を変化させると制御できるので、この例の場合にはレーザ共振器2のまわりに巻いたヒータによつて温度制御し、熱膨張で共振器長を変えて発振波長を制御する構成である。この場合にはレーザ光出力からビームスプリッタ24によ

つてその一部を取り出し、誤差信号検出器において何らかの形の誤差信号を検出し、レーザ波長制御装置12においてヒータ3の印加電圧にフィードバックすることにより波長を安定化するものである。

また、レーザ干渉系のデッドパス上における波長が、空気の屈折率変化によって変化するのを補正する技術としては、例えば測定用レーザービームの近傍に全く独立した補正用ビームを発生するようにし、補正用ビームは不変の長さを測定する構成とすることでデッドパス上の空気の屈折率変化をモニタし、その結果を用いて測定用ビームによる変化の測定結果を補正することが考えられる。このようにすると、空気の屈折率変化に対してその変化が補正された正確な変位の測定結果を得ることが可能となる。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は、いつたん波長を安定化したレーザ発振器を使用して干渉計を構成したものの、結局は干渉系のデッドパスの部分において、空気

の屈折率の変化によってレーザの波長が乱れてしまい、再度その結果を何らかの方法でモニタして補正するという二段階の安定化及び補正をしなければ結果的に高い測定精度が得られなかった。

本発明の目的は、干渉系のデッドパス上の波長の乱れを直接検出し、その結果により波長の安定化と屈折率補正を同時に達成することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的は、レーザ干渉系のデッドパスの長さが増えたり減ったりするように構成し、この部分におけるレーザの波長が常に一定となるようにレーザ発振器の発振波長を制御することにより、達成される。

〔作用〕

レーザ干渉系のデッドパスが、物理的には長さが変化しないようにした時に、その干渉系からの干渉光は本来その強度が変化しないはずであるが、レーザ発振器の発振波長が増えたり減ったり、デッドパス上の空気の屈折率が増えたり減ったり、レーザ波長が増えたり減ったりするとデッドパスの反射光の位相が増えたり減ったりして結果的に干渉光の強度が増えたり減ったりするの

でこの変化を観測することによりデッドパス上の波長の変動が検出できる。

変位測定装置11は干渉光8の強度を取り込み、干渉縞の間を正確に補間して、デッドパス上のレーザ波長の変化を高い感度で検出するための手段であり、ここで検出した波長の変化分に応じた信号をレーザ波長制御装置12からレーザ共振器2のヒータ3にフィードバックしてレーザの発振波長を制御するので、デッドパス上の環境に対してこの部分のレーザ波長が安定化・規格化できる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。

第1図において、1は例えばHe-Neレーザなどのガスレーザで、紙面に対して45°方向に振動面を持つ直線偏光を発振する。その内部構造はレーザ共振器2のまわりにヒータ3を巻きつけてあり、ヒータ3への印加電圧を調整することによりレーザ共振器2の温度制御が可能である。一般にレーザの発振波長はレーザ共振器の長さによ

って変化するので、このように共振器の熱膨張を利用して発振波長を制御することが一般に知られており、本実施例も発振波長制御型レーザである。また4は偏光ビームスプリッタであり、その一面

1  
には波長板14とミラー15が接着してあり、4

1  
さらに別の面にも波長板16が接着してある。4

1  
波長板16の接着面に対向して、ある距離だけ4

離れた位置にミラー6が配置され、例えば、スーパーアンバーなどの線膨張係数の小さい材質からなる支持部材5によって干渉計4と連結されており、ミラー6と干渉計4との距離はほとんど不変である。17は偏光板であり、9は干渉光8の強度を電気信号(干渉信号10)に光電変換する光検出器、11は干渉信号10変化から変化量を測定する変位測定装置、12は変位測定装置11からの出力と目標値との偏差に応じてヒータ3へ印加電圧を調整してレーザ共振器1発振波長を制御

するレーザ波長制御装置である。

次に第1図における動作を順に追って説明する。

まず、レーザ発振器1で発振する紙面に $45^\circ$ 方向に振動面を持つ直線偏光は偏光ビームスプリッタ4に入射し、紙面に平行な偏光成分と直交な偏光成分に2分割される。偏光ビームスプリッタ4で反射された紙に垂直な振動面をもつ直線偏光<sup>1</sup>は一波長板14を経てミラー15で反射され、再び<sup>4</sup>

一波長板14を経て偏光ビームスプリッタ4に<sup>4</sup>

戻るが、<sup>1</sup>一波長板14を1往復してきたこの光は<sup>4</sup>

振動面が $90^\circ$ 回転しているので今度は偏光ビームスプリッタ4を通過して偏光板17に至る。一方、はじめに偏光ビームスプリッタ4を通過した

紙面に平行な振動面をもつ直線偏光は、<sup>1</sup>一波長板<sup>4</sup>

16を経てミラー6に至り、ここで反射されて再

ある。

但し、次にあげる2つの要因により干渉計4とミラー6との間のレーザ光路上におけるレーザの波長が変化し、位相差が変化するので変位測定装置11の出力も変化する。

まず第1の要因はレーザ発振器2の熱変化などの影響により共振器長が変化することによって発振波長が変動する。

そして第2にレーザ発振器1を出たレーザ光の波長はさらにその伝播する光路上の空気の屈折率分布及びその変化に応じて微妙に分布し、さらに変化する。

本実施例の構成においては、干渉させる2つの光の共通光路上では両光ともそれぞれ同様にこれらの要因の影響を受けるので問題ないが、非共通光路上である干渉計4とミラー6との間の光路上(このような光路をデッドパスとよぶ)でこれらの要因により波長が変化すると、両光の間の位相が変化するので変位測定装置11の出力も変化する。これは、物理には変化していない測定対象物

<sup>1</sup>  
び一波長板16を経て偏光ビームスプリッタ4に戻<sup>4</sup>

るが、やはり光と同様に振動面が $90^\circ$ 回転しているので今度は偏光ビームスプリッタ4で反射されて偏光板17に至る。偏光板入射時には重なり合っているこれら両光は偏光面が互いに直交している所以で干渉しないが、紙面に対して $45^\circ$ 方向に透過軸をもつ偏光板17において両光の共通成分同志が干渉し、両光の光路長差に応じて干渉縞が発生する。この干渉光8は光検出器9において光電変換され、その出力である干渉信号10を変位測定装置11に取り込んで、先に2分割された両ビームの光路長差の変化分を測定する。

ここで、はじめに説明したようにミラー15は偏光ビームスプリッタ4に接着してあるし、もう一方のミラー6もやはり支持部材5によつて偏光ビームスプリッタ4に連結されているので物理的にはこれらの相対的位置関係は変化しないはずであり、従つて物理的な光路長差の変化はないので変位測定装置11の出力は全く変化はないはずで

の変位測定結果が、次に述べた2つの誤差要因のために本来変化マないはずであるのに変化してしまい、本実施例のような構成のレーザ変位計においては測定誤差となることを示している。

従来からこれら2つの要因はレーザ変位計において問題となつており、従来例のところで述べたようにそれぞれ独立に波長の安定化や補正が行なわれていたが、本質的には波長が変動するという同一の現象が発生するわけであるから、本実施例ではこれら2つの要因によつて総合的に発生する。この現象をその最終的な結果、つまり干渉縞をモニタすることにより干渉系の測定用ビーム上におけるレーザの波長を安定化・規格化しようとするものである。

実際には、干渉光8の明るさが変化しないように、つまり変位測定装置11の出力が変化しないようにレーザ波長制御装置12によりヒータ3への印加電圧を制御することによりレーザ発振器1の発振波長を制御すれば、干渉計4とミラー6との間に光路においては常に一定の波数が保たれるの

でこの光路上の環境においてレーザ波長が校正されかつ安定化される。

従ってビームスプリッタ18によりレーザ光を2分割し、ミラー19を経て干渉計20へ導き、測定対象物21の変位量 $X$ を測定するような干渉系を構成した時、両干渉計のデッドパスが近く、両光路上の空気の屈折率分布が同様であれば、この時のレーザ波長は空気の屈折率変化についても補正されていることになり、干渉計20からの干渉縞を光検出器22で受け、変位測定装置23で処理することにより、デッドパスの空気の屈折率変化に対して安定かつ正確な変位 $X$ を測定することができる。

本実施例ではガスレーザの波長安定化法について述べたが、波長の制御方法を考慮すれば半導体レーザなどの安定化も可能である。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、レーザ波長の環境補正と安定化が同時に行えるので、装置が簡単化し、使い勝手が向上する。

#### 4. 図面の簡単な説明

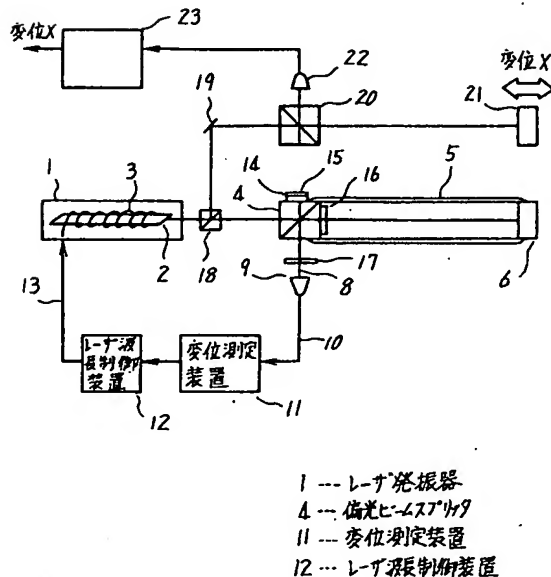
第1図は本発明の一実施例を示す構成図、第2図は従来技術のレーザ波長の安定化法を示す構成図である。

- 1…レーザ発振器、4…偏光ビームスプリッタ、  
5…支持部材、6…ミラー、11…変位測定装置、  
12…レーザ波長制御装置。

代理人 弁理士 小川勝男



第 1 図



第 2 図

